

**Donnerstag 20. Oktober 2016**

**17:30-18:00**

## **Maßnahmen zur Qualitätssteigerung im Bau und im Betrieb von Erdwärmesonden in Tirol**

Rupert Ebenbichler

*Wasser Tirol – Wasserdienstleistungs-GmbH, [www.wassertirol.at](http://www.wassertirol.at)*

### **1. Veranlassung und Zielsetzung**

Die Ressourcen-, Klima- und Energiestrategie des Landes Tirol sieht vor, dass bis zum Jahr 2050 rund 7 % des gesamten Endenergieeinsatzes aus Umweltwärme gedeckt werden soll, wozu neben der Grundwasser- und Luftwärme insbesondere auch Erdwärme zählt. Erdwärmesondenanlagen stellen in vielen Fällen eine nachhaltige und effiziente Möglichkeit dar, heimische, erneuerbare Ressourcen zu Heizzwecken sowie zur Bereitung von Warmwasser zu nutzen. Um die gesteckten Energieziele zu erreichen, ist die Errichtung und Inbetriebnahme von jährlich rund 650 Erdwärmepumpenanlagen bis 2050 notwendig (AMT DER TIROLER LANDESREGIERUNG 2016).

Eine qualitativ hochwertige Errichtung sowie der Betrieb entsprechend dem Stand der Technik sind Voraussetzung für die optimale, nachhaltige Nutzung der Ressource. Durch die Wasser Tirol – Wasserdienstleistungs-GmbH wurde in den Jahren 2014 und 2015 im Auftrag der Abteilung Wasser-, Forst- und Energierecht des Amtes der Tiroler Landesregierung eine stichprobenartige Evaluierung von bestehenden und im Bau befindlichen Erdwärmesonden durchgeführt (WASSER TIROL - WASSERDIENSTLEISTUNGS-GMBH 2015).

Das Ergebnis dieser Evaluierung zeigte, dass bei der Planung und Erstellung von Erdwärmesonden Handlungsbedarf aufgrund von festgestellten Mängeln besteht. Auf Basis dieses Ergebnisses wurde beschlossen, die in der Evaluierung erkannten Probleme zu diskutieren und konkrete Maßnahmen zur Qualitätssicherung beim Bau sowie im Betrieb von Erdwärmesondenanlagen auszuarbeiten und verbindlich festzulegen.

Dabei waren insbesondere folgende Aspekte zu berücksichtigen:

- Schutz der Grundwasserressourcen, Sicherheit für Menschen und Bauwerke,
- Effiziente und kostengünstige Wärmebereitstellung für Betreiber,
- Unterstützung und Sicherung der Technologie als wesentlicher Beitrag zur Erreichung der Energieziele.

Insbesondere lag die Herausforderung darin, diese Ziele möglichst mit Maßnahmen zu erreichen, welche die Kosten für diese Technologie nicht so erhöhen, dass sie nicht mehr konkurrenzfähig wäre.

## 2. Arbeitsgruppe Erdwärmesonden

Die Arbeitsgruppe, welche in Workshops zusammenarbeitete, setzte sich aus 13 Vertretern von folgenden, an der Errichtung von Erdwärmesonden beteiligten Firmen und Behörden, zusammen:

- Abteilungen des Landes Tirol (Wasser-, Forst- und Energierecht, Landesgeologie, Wasserwirtschaft, Landesenergiebeauftragter, Baubezirksamt Kufstein) sowie dem Stadtmagistrat Innsbruck,
- Landesinnung der Sanitär-, Heizungs- und Lüftungstechniker,
- Tiroler Bohrfirmen sowie
- mit der Evaluierung beauftragte Firmen Erd-Sonden TV und Wasser Tirol-Wasserdienstleistungs-GmbH.



Abb. 12: Workshop der Arbeitsgruppe Erdwärmesonden

## 3. Maßnahmenbündel

Aufgrund der im Rahmen der Erdwärmesonden-Evaluierung festgestellten verschiedenartigen Mängel wurde in der Arbeitsgruppe Einigkeit darüber erzielt, dass einzelne Maßnahmen nicht ausreichen, sondern nur ein **breites Maßnahmenbündel** geeignet sein kann, eine Qualitätssteigerung beim Bau und Betrieb von Erdwärmesonden in Tirol zu bewirken.

Zusammengefasst wurden i. W. folgende Maßnahmen diskutiert:

- Vereinheitlichung der Berechnungsmethoden für die Auslegung von Erdwärmesonden,
- Ermittlung tatsächlicher Wärmeleitfähigkeiten von Gesteinen in Tirol für die Auslegung von Erdwärmesonden,
- Vereinheitlichung der vorzulegenden (Einreich-)Unterlagen,
- Vereinheitlichung des Genehmigungsablaufes bei verschiedenen (Bezirks-) Behörden,
- Konkrete Vorschriften zum Bauverfahren und -ablauf nach dem Stand der Technik (Mindestbohrdurchmesser, Verwendung von Zentrierhilfen und Abstandshaltern, minimale Baustelleneinrichtung etc.),
- Vereinheitlichung/Verbesserung der vorzulegenden Dokumentation nach Fertigstellung,
- Schulung des Bohrpersonals,
- Externe Kontrollen zur Einhaltung der Vorgaben zum Bauablauf,
- Förderung von Anlagen, welche die Qualitätsanforderungen erfüllen.

#### 4. Vorläufiges Ergebnis

Bis zum heutigen Tage wurden auszugsweise folgende Ergebnisse erzielt, welche im Weiteren erläutert werden:

1. Es wurde ein **Leitfaden für den Bau und die Errichtung** von Erdwärmesonden in Tirol erstellt, der im Entwurf vorliegt und die wichtigsten Informationen sowie Vorgaben rund um die Planung, Errichtung und den Betrieb einer Wärmepumpe mit Erdwärmesonden enthält.
2. Für den Behördenablauf wurden **einheitliche Formblätter** zur Einreichung um wasserrechtliche Genehmigung und die Fertigstellungsmeldung erstellt, die im Laufe des Jahres 2016 online gestellt und zukünftig verpflichtend seitens der Antragsteller genutzt werden sollen.
3. Als Grundlage für die externe Überprüfung von Erdwärmesonden-Baustellen (durch Amtssachverständige oder private Gutachter) wurde eine **Checkliste für ein Baustellenaudit** erstellt.
4. Zur Verbesserung der Abläufe auf der Baustelle wurde ein **Schulungsprogramm für das Bohrpersonal** erstellt, welches zukünftig zweimal pro Jahr angeboten werden soll. Im Rahmen des Leitfadens wird eine mindestens jährliche Teilnahme des Bohrpersonals an derartigen Schulungen gefordert.

#### 5. Leitfaden für Bau und Errichtung von Erdwärmesonden in Tirol

Dieser Leitfaden dient als Grundlage für die fachgerechte Erstellung von Erdwärmesonden (Tiefsonden) im Land Tirol. Er richtet sich primär an alle Unternehmen, welche an der Planung und Errichtung von Erdwärmesonden beteiligt sind sowie an alle interessierten Personen, welche die Errichtung einer Erdwärmesonde planen. Er gibt Auskunft über die Verfahren zur Bewilligung, die zur Bewilligung erforderlichen Projektunterlagen, geologischen Grundlagen in Tirol und er umreißt den Bauablauf zur Errichtung von Erdwärmesonden. Den interessierten Bauherren werden Tipps zur Eigenüberwachung bei der Errichtung einer solchen Anlage bereitgestellt. Das Ziel dieses Leitfadens ist es, wichtige Informationen rund um die Planung, Errichtung und den Betrieb einer Wärmepumpe mit Erdwärmesonden zusammenzufassen und zur Verfügung zu stellen. Der Leitfaden erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit und soll gemäß technologischer Neuerungen, Änderungen in der rechtlichen Situation und Entwicklungen des Marktes angepasst werden. (AMT DER TIROLER LANDESREGIERUNG 2016)

Der Leitfaden beschreibt neben der Funktion von Erdwärmesondenanlagen:

- die rechtlichen Grundlagen zur Genehmigung derartiger Anlagen,
- die notwendigen geologischen und hydrogeologischen Voraussetzungen,
- empfohlene Vorgaben zum Bauablauf und
- die notwendigen Einreichunterlagen zur Genehmigung durch die Behörde.

Der Leitfaden zur Qualitätssicherung von Erdwärmesonden in Tirol liegt nun als Entwurf vor. Er erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit, sondern ist als fortzuschreibendes, lebendiges Dokument zu

verstehen, welches regelmäßig auf Weiterentwicklungen in der Technik bzgl. Qualitätsstandards und auch auf sonstige Erfahrungen reagieren muss.

### 5.1. Rechtliche Grundlagen

Der Leitfaden beinhaltet für Tirol erstmals einen Überblick über das zu durchlaufende Verfahren bis hin zur Genehmigung und Abnahme seitens der Behörde in Form eines Flussbildes. Die wesentliche Frage, ob im Genehmigungs-verfahren ein Anzeige- oder Bewilligungs-verfahren zu durchlaufen ist, wird aus rechtlicher Sicht erläutert.

Anzeigeverfahren sind derzeit das häufigste Instrument zur Erlangung der Bewilligung einer Erdwärmesondenanlage in Tirol. Liegen jedoch beispielsweise

- komplexe hydrogeologische Verhältnisse,
- bestehende Wasserbenutzungsanlagen im Nahbereich der Erdwärmesonde oder
- unvollständige Projektunterlagen vor,

ist das Durchlaufen eines Bewilligungsverfahrens mit mündlicher Verhandlung erforderlich.

### 5.2. Geologische und hydrogeologische Voraussetzungen

Im Rahmen der Projektierung einer Erdwärmesondenanlage ist eine geologische Standortbeurteilung durch eine Fachperson für Geologie notwendig. Der Leitfaden benennt mögliche Gefährdungspotenziale und Ablehnungsgründe aus geologisch-hydrogeologischer Sicht und enthält ergänzend Bodenkennwerte wie Wärmeleitfähigkeits- und Wärmekapazitätswerte aus der Schweizer SIA-Norm 384/6 sowie der deutschen VDI-Richtlinie 4640 Blatt 1.

Für die Zukunft ist geplant, für Tirol spezifische Wärmeleitfähigkeits- und Wärmekapazitätswerte zu ermitteln und diese in den Leitfaden zu integrieren.

### 5.3. Empfehlungen und Vorgaben zum Bauablauf

Gestützt auf die Ergebnisse der Erdwärmesonden-Evaluierung wurden in den Leitfaden Vorgaben zum optimierten Bauablauf inklusive Baustelleneinrichtung aufgenommen. Diese umfassen unter anderem:

- Die minimal nötige Ausrüstung für die Bohr- und Bauarbeiten während der Erstellung der Erdwärmesondenanlage.
- Den benötigten Mindest-Bohrlochdurchmesser für die Einbringung der Erdwärmesonde zur Gewährleistung einer funktionsfähigen Verpressung ( $\varnothing$  mindestens 130 mm bis zur Endteufe ab Beginn 2018).

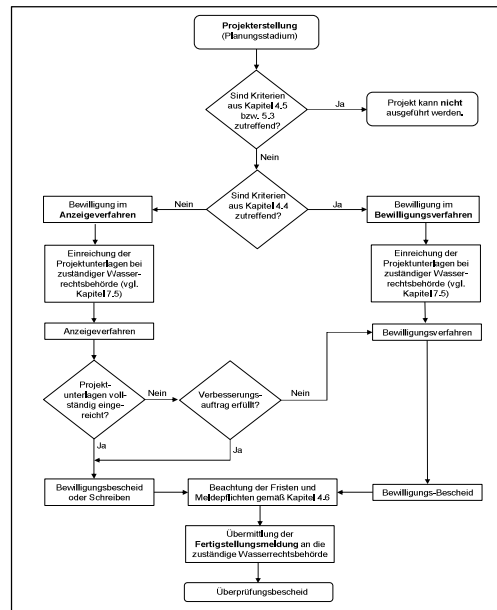


Abb. 13: Ablaufschema für die Bewilligung von Erdwärmesonden in Tirol

- Die Entsorgung des Bohrgutes. Nicht kontaminierte Böden und andere natürlich vorkommende Materialien, die im Zuge der Maßnahme ausgehoben wurden, sind vom Geltungsbereich des AWG 2002 ausgenommen, sofern sichergestellt ist, dass diese in ihrem natürlichen Zustand an Ort und Stelle für Bauzwecke verwendet werden. Sie müssen daher nicht gesondert deponiert werden.
- Die Verwendung von Verpressmaterialien und deren Widerstandsfähigkeit vor allem gegen Frost-Tau-Wechsel gemäß ÖWAV-Regelblatt 207 als Mindeststandard (Mischung aus Bentonit, Zement und Wasser)
- Zubereitung der Verpress-Suspension. Die Anmischung mittels Spülwannen ist zukünftig nicht mehr zulässig, ein Kolloidalmischer ist vorgeschrieben.
- Einbau von Zentrierhilfen und Abstand-haltern. Aufgrund fehlender praxis-tauglicher Produkte konnte noch keine verpflichtende Vorgabe formuliert werden.
- Einbau von Y-, Hosen- und T-Stücken in der Horizontalanbindung. Da eine nachträgliche Kamerabefahrung bei solchen Einbauten nicht mehr möglich ist, sollte hiervon, wenn möglich, Abstand genommen werden.



**Abb. 14:** Beispiel eines Kolloidalmischers

Möglichkeiten, wie der interessierte Betreiber die fachgerechte Erstellung seiner Anlage mitüberwachen kann, werden ergänzend genannt. Diese ersetzen jedoch nicht die Überwachung durch einen Fachmann bzw. externen Sachverständigen.

#### **5.4. Einreichunterlagen und Fertigstellungsmeldung**

Die einzureichenden **Projektunterlagen** zur Genehmigung einer Erdwärmesondenanlage inkl. der benötigten Formblätter, die von einem Fachkundigen unter Namhaftmachung des Verfassers in dreifacher Ausfertigung eingereicht werden müssen, sind im Leitfaden angeführt und inhaltlich erläutert. Es handelt sich dabei um

- den Technischen Bericht mit Angaben zur Erdwärmesonde, zur Wärmepumpe sowie zur Bohrung und Verpressung,
- den Geologischen Bericht mit Befundung des Ist-Zustandes und einem Gutachten mit Schlussfolgerungen,
- die erforderlichen Planunterlagen,
- ergänzende Unterlagen.

Bei der **Fertigstellungsmeldung** bestehen zwei Möglichkeiten der Einreichung:

- Einfache Fertigstellungsmeldung durch den Antragsteller,
- Fertigstellungsmeldung durch externen Sachverständigen.

Für beide Fälle sind die erforderlichen Unterlagen für die Fertigstellungsmeldung im Leitfaden definiert.



### 5.5. Selbstverpflichtender Auflagenkatalog

Der neu erstellte selbstverpflichtende Auflagenkatalog enthält i. W. jene Punkte, welche üblicherweise seitens der Behörde in einem Bewilligungsverfahren zur Auflage gemacht werden. Ist dieser Auflagenkatalog bereits im Ansuchen unterfertigt, so kann die Einleitung eines Bewilligungsverfahrens aus diesem Titel heraus entfallen und die Genehmigung mittels Anzeigeverfahren erfolgen.

Der selbstverpflichtende Auflagenkatalog enthält dabei einerseits Auflagen zur Errichtung der Anlage, welche vom projektverantwortlichen Unternehmen zu unterfertigen sind, und andererseits Auflagen für den Betrieb der Anlage, zu deren Einhaltung sich der Antragsteller verpflichten muss.

### 6. Einheitliche Formblätter

Das Projekt „Erdwärmesonden-Evaluierung“ hat gezeigt, dass in der Vergangenheit Planungsunterlagen für Erdwärmesonden oftmals mangelhaft erstellt wurden und Berechnungen nicht nachvollziehbar waren. Eingereichte Unterlagen waren inhaltlich oftmals unzureichend und unterschieden sich im Aufbau oftmals stark voneinander, so dass eine zügige Bearbeitung durch die Behörde erschwert wurde.

Um diesbezüglich qualitätsverbessernd einzugreifen, wurden im Rahmen der Workshops Formblätter erarbeitet, um einen strukturierten, einheitlichen und vollständigen Mindest-Informationsgehalt sowie nachvollziehbare Berechnungen zur Dimensionierung zu erhalten.

Im Ergebnis wird bei Anwendung der Formblätter ein wesentlich effizienterer und zeitverkürzter Ablauf der wasserrechtlichen Bewilligung sowie der Fertigstellungsmeldung erwartet.

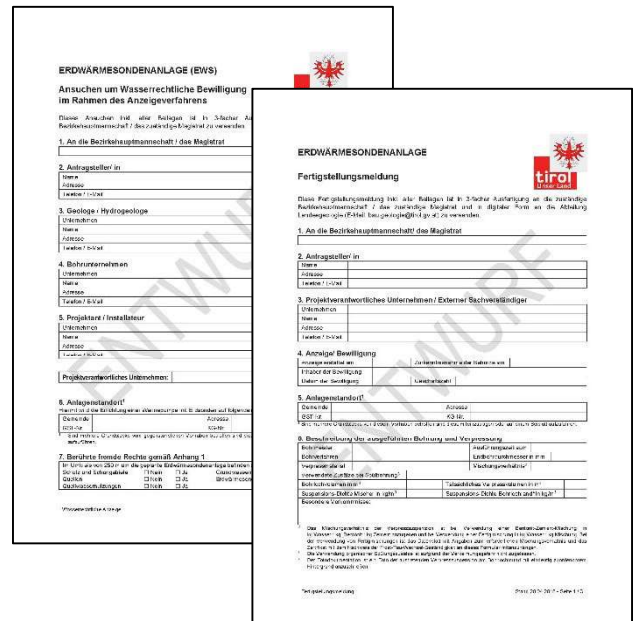


Abb. 15: Formblätter für wasserrechtliche Bewilligung (links) und Fertigstellungsmeldung (rechts).

### 7. Überprüfung der Bauausführung

Das Projekt „Erdwärmesonden-Evaluierung“ hat ergeben, dass der Bauablauf zur Herstellung von Erdwärmesonden kaum durch Bauaufsichten oder externe Kontrollen überwacht wird. Die Diskussionen im Rahmen der Arbeitsgruppe ergaben die einhellige Feststellung, dass es zumindest stichprobenartiger Überprüfungen bedarf.

Als Grundlage für die externe Überprüfung von Erdwärmesonden-Baustellen (durch Amtssachverständige oder private Gutachter) wurde eine



Abb. 16: Checkliste für das Baustellenaudit.

**Checkliste für ein Baustellenaudit** mit allen aktuell relevanten und überprüfbaren Qualitätskriterien zusammengestellt. Diese Checkliste umfasst sämtliche Erfordernisse des gesamten Bauablaufs, wobei im Zuge eines Baustellenaudits nur ein Teil der Bauarbeiten begutachtet werden kann.

## 8. Schulungsprogramm für das Bohrpersonal

Die operative Errichtung von Erdwärmesonden wird vom Bohrpersonal durchgeführt – die Verantwortung einer fachgerechten, dem Stand der Technik durchgeführten Errichtung obliegt dem beauftragten Bohrunternehmen.

Im Rahmen der Evaluierung von Erdwärmesondenanlagen im Jahre 2014/2015 wurde festgestellt, dass das Wissen um eine dem Stand der Technik entsprechende, fachgerechte Bauausführung und eine ausreichende Sensibilität zum erforderlichen Schutz des Grundwassers beim Bohrpersonal nicht immer in ausreichendem Maße gegeben war.

Die u.a. in Deutschland praktizierte einmalige Zertifizierung von Bohrunternehmen reicht nach Einschätzung der Arbeitsgruppe nicht aus um die Einhaltung erforderlicher Qualitätsstandards gewährleisten zu können. Es wurde daher beschlossen, dass sich das Bohrpersonal zukünftig regelmäßig eintägigen Schulungen unterziehen muss.



*Abb. 17: Durchführung von Schulungen für das Bohrpersonal.*

Einmal jährlich hat das die Arbeiten durchführende Bohrpersonal zukünftig an den Fortbildungsmaßnahmen teilzunehmen, wodurch sichergestellt werden soll, dass aktuelles Wissen unmittelbar beim durchführenden Personal ankommt und diese somit auf Gefährdungspotenziale und Qualitätsmängel sensibilisiert werden. Mittels Zertifikat kann die erfolgreiche Teilnahme bei externen Baustellenüberprüfungen nachgewiesen werden.

Die Schulungen werden i. w. folgende Inhalte aufweisen:

- Grundlagen des Bohrens von Erdwärmesonden  
(Bohrverfahren, Verpressung, Verhalten bei Anbohren eines Artesers etc.)
- Besprechung von festgestellten Mängeln  
(z.B. falsche Verpressung, Änderung der Bohrtiefe, Horizontalanbindung)
- Geologische Grundlagen  
(Bestimmung von Gesteinstypen / Anhydrit, fachgerechtes Erstellen eines Bohrprofils, Verhalten bei Arteser, Methangas, Grubengas)

- Praktische Übungen  
(Bestimmung der Suspensionsdichte, Schweißübungen Horizontalanbindung, Bestimmung eines Artesers)
- Abschließender Test mit Zertifikatsausstellung

## 9. Zusammenfassung und Ausblick

Um die gesteckten Ziele der Tiroler Ressourcen-, Klima- und Energiestrategie zu erreichen, ist die Errichtung und Inbetriebnahme von jährlich rund 650 Erdwärmepumpenanlagen bis 2050 notwendig. Die qualitativ hochwertige Errichtung sowie ein ordnungsgemäßer Betrieb von Erdwärmesonden sind Voraussetzung zur nachhaltigen Nutzung dieser effizienten Technologie zur Erreichung der Energieziele.

Eine stichprobenartige Evaluierung von Erdwärmesonden in Tirol in den Jahren 2014 und 2015 zeigte, dass bei der Planung und Herstellung von Erdwärmesonden Handlungsbedarf aufgrund von festgestellten Mängeln besteht.

Mit den Zielen:

- Schutz der Grundwasserressourcen, Sicherheit für Menschen und Bauwerke,
  - Effiziente und kostengünstige Wärmebereitstellung für Betreiber,
  - Unterstützung und Sicherung der Technologie als wesentlicher Beitrag zur Erreichung der Energieziele,
- wurde durch das Land Tirol eine interdisziplinäre Arbeitsgruppe von Fachexperten aus an der Errichtung von Erdwärmesonden beteiligten Firmen und Behörden gebildet. Diese hat ein breites Maßnahmenbündel zur Qualitätssteigerung beim Bau und Betrieb von Erdwärmesonden in Tirol erarbeitet, wie z.B.:
- **Umfassender Leitfaden** für den Bau und die Errichtung von Erdwärmesonden inkl. verpflichtender Auflagen,
  - **Einheitliche Formblätter** zur Einreichung und Fertigstellungsmeldung,
  - **Checkliste für Baustellenaudits**,
  - **Schulungsprogramm für das Bohrpersonal.**

Die beschriebenen Maßnahmen stellen erste Schritte zur Verringerung der erkannten Mängel und Hebung des Qualitätsstandards beim Bau von Erdwärmesonden in Tirol dar. In einem weiteren Schritt ist angedacht, Untersuchungen zu den spezifischen Wärmeleitfähigkeitswerten von Gesteinen in Tirol anzustellen, um die schweizerischen und deutschen Werte der jeweiligen Normen und Regelwerke zu ersetzen, die sich oftmals als nicht zutreffend für den Tiroler Raum erwiesen haben.

Der Leitfaden zur Qualitätssicherung von Erdwärmesonden in Tirol liegt nun als Entwurf vor. Er erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit, sondern ist als fortzuschreibendes, lebendiges Dokument zu verstehen, welches regelmäßig entsprechend der Weiterentwicklungen in Wissenschaft und Praxis aktualisiert werden muss. Insbesondere wird auch darauf zu achten sein, dass sich die mit der



Qualitätssicherung verbundenen Mehrkosten nicht zu negativ auf die Konkurrenzfähigkeit dieser Technologie auswirken.

### **Literaturverzeichnis**

AMT DER TIROLER LANDESREGIERUNG (2016): *Tiroler Energiemonitoring 2015. Statusbericht zur Umsetzung der Tiroler Energiestrategie*. 166 S.

WASSER TIROL - WASSERDIENSTLEISTUNGS-GMBH (2015): *Erdwärmesonden-Evaluierung im Rahmen des Tiroler Energiemonitorings*. 55 S.

AMT DER TIROLER LANDESREGIERUNG (2016): *Leitfaden zur Erstellung von Erdwärmesonden in Tirol, Entwurf - Stand 07.09.2016*. 32 S.